

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-256989

(P2001-256989A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマト* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	K 3 L 0 5 5
			X 3 L 0 6 0
F 2 4 F 6/00		F 2 4 F 6/00	E 5 H 0 2 6
			A 5 H 0 2 7
	6/04	6/04	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-64021 (P2000-64021)

(22) 出願日 平成12年3月8日 (2000.3.8)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 金井 靖司

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 岡本 英夫

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

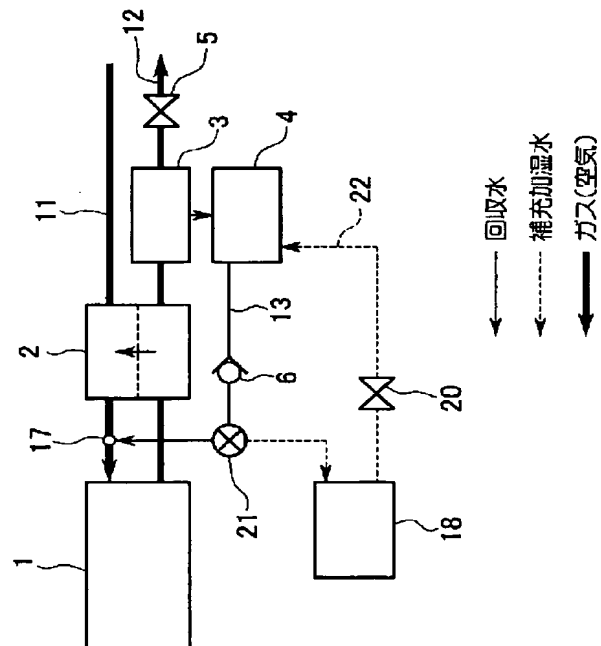
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池の加湿装置

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池始動時にも燃料電池を加湿することのできる加湿装置を提供する。

【解決手段】 水透過型加湿器2とは別に、燃料電池オフガス中の水を回収する水回収装置と、該水回収装置の回収水により供給ガスを加湿する補助加湿手段とを設けた。水回収装置は気液分離器3及び回収水貯蔵タンク4から構成し、補助加湿手段は、逆止弁6、回収水供給ポンプ7、補助加湿用配管13、及びインジェクタ17から構成した。燃料電池始動時は、回収水貯蔵タンク4内の回収水を回収水供給ポンプ7によって移送し、インジェクタ17で霧状して燃料電池1の吸気側に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池から排出された排出ガス中の水を回収して前記燃料電池への供給ガスを加湿する水透過型加湿器を備えた燃料電池の加湿装置において、前記水透過型加湿器とは別に、前記排出ガス中の水を回収する水回収装置と、該水回収装置の回収水により前記供給ガスを加湿する補助加湿手段とを設けたことを特徴とする燃料電池の加湿装置。

【請求項2】 前記補助加湿手段は、燃料電池始動時に所定期間作動することを特徴とする請求項1記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項3】 前記所定期間を、始動から所定時間、または、発電電圧が所定以上になるまで、または、加湿量が所定以上になるまで、または、前記供給ガスの露点が所定以上になるまでのいずれかに設定したことを特徴とする請求項2記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項4】 前記水回収装置は、前記排出ガスから水を分離する気液分離器と、該気液分離器で分離した水を貯蔵する回収水貯蔵タンクとを備えることを特徴とする請求項1～請求項3記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項5】 前記補助加湿手段は、前記水透過型加湿器の上流または前記燃料電池のガス供給側へ回収水を供給することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項6】 前記水回収装置は、水位検出手段を有し、該水位検出手段により検出した水位が所定以上の時は回収水を排出することを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項7】 前記水回収装置は、水位検出手段を有し、該水位検出手段により検出した水位が所定以下の時は前記補助加湿手段の作動を停止することを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項8】 前記水回収装置又は／及び前記補助加湿手段に、回収水の凍結を防止する凍結防止手段を設けたことを特徴とする請求項1～請求項7のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置。

【請求項9】 前記凍結防止手段は、回収水の温度が所定温度以下の時に作動することを特徴とする請求項8記載の燃料電池の加湿装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水透過型加湿器を備えた燃料電池の加湿装置に係わり、特に、燃料電池始動時における燃料電池の加湿に有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、固体高分子膜を電解質膜として用いた燃料電池には、固体高分子膜を飽和含水状態に維持し、プロトン（水素イオン）導電性電解質としての機能を確保する必要から、燃料電池からの排出ガス（オフ

ガス）中に含まれる水分を回収し、この回収水によって燃料電池への供給ガス（水素ガス、酸素ガス）を加湿する水透過型加湿器が設けられる。

【0003】この種の水透過型加湿器としては、例えば、特開平7-71795号および特開平8-273687号公報にあるように、膜厚方向の水透過を許容する中空糸膜を備えた中空糸膜水回収装置が知られている。この中空糸膜水回収装置では、中空糸膜の内外を流通する流体の一方から水が回収され、この回収水が中空糸膜を透過して他方の流体へ移動することによって、該他方の流体が加湿される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中空糸膜水回収装置を備えた燃料電池システムにおいては、燃料電池を運転した際に発生し、該燃料電池から排出されてきた生成水を中空糸膜を介して回収し、燃料電池に加湿用の水として使用するため、燃料電池システムを停止状態のまま長期間放置したとき等、中空糸膜が乾燥していると、燃料電池を加湿することができなくなるため、発電を開始することができないという問題がある。

【0005】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、燃料電池始動時にも効果的に燃料電池を加湿することのできる燃料電池の加湿装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を採用した。請求項1の発明は、燃料電池（1）から排出された排出ガス中の水を回収して前記燃料電池への供給ガスを加湿する水透過型加湿器（中空糸膜水回収装置2）を備えた燃料電池の加湿装置において、前記水透過型加湿器とは別に、前記排出ガス中の水を回収する水回収装置（気液分離器3、回収水貯蔵タンク4）と、該水回収装置の回収水（9）により前記供給ガスを加湿する補助加湿手段（逆止弁6、回収水供給ポンプ7、補助加湿用配管13、及びインジェクタ17）とを設けたことを特徴としている。

【0007】この構成によれば、燃料電池始動時に水透過型加湿器による燃料電池への供給ガスの加湿が行えなくても、水透過型加湿器とは別に設けられた補助加湿手段によって、供給ガスを加湿することが可能になる。

【0008】請求項2の発明は、請求項1記載の燃料電池の加湿装置において、前記補助加湿手段は、燃料電池始動時に所定期間作動することを特徴としている。

【0009】この構成によれば、水透過型加湿器による加湿が可能になった後は、補助加湿手段による加湿から水透過型加湿器のみの加湿に切り換えることによって、無駄な電力消費を削減することが可能になる。

【0010】請求項3の発明は、請求項2記載の燃料電池の加湿装置において、前記所定期間を、始動から所定時間、または、発電電圧が所定以上になるまで、また

は、加湿量が所定以上になるまで、または、供給ガスの露点が所定以上になるまでのいずれかに設定したことを特徴としており、この構成によれば、必要十分な加湿量が与えられる。

【0011】請求項4の発明は、請求項1～請求項3記載の燃料電池の加湿装置において、前記水回収装置は、前記排出ガスから水を分離する気液分離器(3)と、該気液分離器で分離した水を貯蔵する回収水貯蔵タンク(4)とを備えることを特徴としている。

【0012】この構成によれば、燃料電池から排出された排出ガス中の水は、気液分離器にて分離され、回収水貯蔵タンクに貯蔵される。そして、燃料電池始動時は、補助加湿手段が回収水貯蔵タンクの回収水を使用して燃料電池への供給ガスを加湿する。

【0013】請求項5の発明は、請求項1～請求項4のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置において、前記補助加湿手段は、前記水透過型加湿器の上流または前記燃料電池のガス供給側へ水を供給することを特徴としている。

【0014】補助加湿手段が水を水透過型加湿器のガス供給側に供給する構成によれば、通常発電時と同様に、水透過型加湿器による供給ガスの加湿が可能になる。他方、補助加湿手段が水を燃料電池のガス供給側に供給する構成によれば、水透過型加湿器をバイパスして、補助加湿手段によって供給ガスを直接加湿することが可能になる。

【0015】請求項6の発明は、請求項1～請求項5のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置において、前記水回収装置は、水位検出手段を有し、該水位検出手段により検出した水位が所定以上の時は回収水を排出することを特徴している。

【0016】この構成によれば、余剰回収水が系内に溜まり込むことなく、自動的に排出される。

【0017】請求項7の発明は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置において、前記水回収装置は、水位検出手段を有し、該水位検出手段により検出した水位が所定以下の時は前記補助加湿手段の作動を停止することを特徴としている。

【0018】この構成によれば、水回収装置内の水位が所定以下になった時、すなわち、回収水が不足して補助加湿手段による加湿が行えなくなった時には、その作動を停止させることによって、無駄な電力消費をなくすることが可能になる。

【0019】請求項8の発明は、請求項1～請求項7のいずれかに記載の燃料電池の加湿装置において、前記水回収装置又は／及び前記補助加湿手段に、回収水の凍結を防止する凍結防止手段(電気ヒータ、または、水温計、加湿水補充タンク18、加湿水補充弁20、三方弁21、及び凍結防止用加湿水循環用配管22)を設けたことを特徴としている。

【0020】この構成によれば、低外気温時であっても、回収水を凍結させることなく、供給ガスを加湿することが可能になる。

【0021】請求項9の発明は、請求項8記載の燃料電池の加湿装置において、前記凍結防止手段は、回収水の温度が所定温度以下(例えば、3℃以下)の時に作動することを特徴としている。

【0022】この構成によれば、回収水が凍結するおそれのない時は、凍結防止手段が作動しないので、無駄な電力消費を削減することが可能になる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明の実施の形態について説明する。

【第1の実施の形態】図1は第1の実施の形態に係る加湿装置を備えた燃料電池システムの要部を示すシステム構成図、図2は図1に示す気液分離器の一構成例を示す断面図、図3は図1に示す回収水貯蔵タンクの一構成例を示す断面図であり、図1中、符号1は燃料電池を示している。

【0024】燃料電池1の空気極には、燃料電池1への供給ガス(吸入外気)を該燃料電池1に移送する吸気用配管11と、燃料電池1からの排出ガス(オフガス)を移送して排気する排気用配管12とが接続されている。吸気用配管11には、中空糸膜水回収装置(水透過型加湿器)2、及びインジェクタ17が介在し、また、排気用配管12には、中空糸膜水回収装置2、気液分離器3、及び空気極背圧調整弁5が介在している。

【0025】気液分離器3からは、回収水貯蔵タンク4、逆止弁6、及び三方弁21を介在させて前記インジェクタ17に接続される補助加湿用配管13が分岐している。さらに、三方弁21からは、加湿水補充タンク18、及び加湿水補充弁20を介在させて前記回収水貯蔵タンク4に接続される凍結防止用加湿水循環配管22が分岐している。なお、回収水貯蔵タンク4、加湿水補充タンク18、及び補助加湿用配管13は、保温性向上の観点から、耐熱樹脂製等とされている。

【0026】気液分離器3は、図2に示すように、圧損をできるだけ少なくするために円筒形の内部構造とされていて、その材質は、耐腐食性と放熱性の双方を勘案してステンレス・スチール等とされている。また、気液分離器3の内部には螺旋状の整流板24が設けられており、燃料電池1からのオフガス中に含まれる水蒸気が気液分離器本体及び整流板24の壁面に触れると、容易に凝縮するようになっている。

【0027】さらに、その凝縮効果は、気液分離器3の外周に設けられた冷却用フィン23によって一層高められている。なお、中空糸膜水回収装置2と気液分離器3を一体化することによって、両者を繋ぐ排気用配管12での圧損を抑えると共に、該排気用配管12内で発生した凝縮水を気液分離器3へ流すようにしてもよい。

【0028】次に、本実施の形態による加湿装置の作用を概説する。燃料電池運転中、燃料電池1の空気極からはオフガスが排出されており、このオフガスに含まれる水分は、給気用配管11及び排気用配管12の双方に跨って設けられた中空糸膜水回収装置2にて一部が回収された後、中空糸膜水回収装置2よりも排気側に設けられた気液分離器3にて未回収水分の一部が回収される。

【0029】気液分離器3で凝縮した回収水9は、回収水貯蔵タンク4に流れ込む。回収水貯蔵タンク4内には、図3に示すように回収水供給ポンプ7が設けられており、燃料電池始動時は、この回収水供給ポンプ7を所定時間、または、発電電圧が所定以上になるまで、または、加湿量が所定以上になるまで、または、燃料電池1への供給ガスの露点が所定以上になるまで、のいずれかの条件を満たすまで運転し、燃料電池1の補助加湿を行う。

【0030】回収水貯蔵タンク4内の回収水量は、レベルセンサやレベルスイッチ等の回収水量検出装置10で検出される。回収水9の水位が上限値を上回った場合には、ドレンバルブ8を開いて所定水位になるまで回収水9を外へ、または、加湿水補充タンク18へ排出する。逆に、回収水9の水位が下限値を下回った場合には、加湿水補充タンク18より水補給を行い、所定水位に回復させる。

【0031】回収水貯蔵タンク4および加湿水補充タンク18内には水温計（図示略）が設けられており、水温が所定の温度（例えば、3℃）を下回った場合には、三方弁21を回収水貯蔵タンク4から加湿水補充タンク18側へと開くと共に、回収水供給ポンプ7を間欠的に運転することによって、回収水貯蔵タンク4と加湿水補充タンク18の間で回収水9を循環させ、回収水9の凍結を防止する。

【0032】回収水貯蔵タンク4内の回収水9は、ガスの逆流を防止する逆止弁6を経てインジェクタ17で霧状にされ、吸気用配管11を通して燃料電池1の空気極に供給される。これにより、燃料電池始動時、つまり、中空糸膜が乾燥しているために中空糸膜水回収装置2によっては燃料電池1を加湿できない場合にも、燃料電池1を加湿し得るようになるから、発電開始までの時間を短縮することができる。

【0033】以上説明したように、本実施の形態においては、回収水供給ポンプ7、補助加湿用配管13、逆止弁6、及びインジェクタ17によって補助加湿手段が構成され、また、図示しない水温計、加湿水補充タンク18、加湿水補充弁20、及び三方弁21によって凍結防止手段が構成されている。

【0034】次に、フローチャートを用いて、本実施の形態による加湿装置の制御フローを説明する。図4は、メイン・ルーチンを示しており、このメイン・ルーチンは、イグニッション・キーの操作時に起動される他、運

転中にも所定間隔で起動され、ECU（図示略）で実行される。

【0035】まず、ステップS1において、燃料電池1の運転状態を判断する。具体的には、燃料電池1が停止中であるか、それとも、運転中であるかを判断し、停止中である場合には、ステップS2に進み、凍結防止サブ・ルーチン（図14）を実行する。これに対し、運転中である場合には、ステップS3に進み、燃料電池1の運転状態をさらに細かく判断する。

【0036】具体的には、燃料電池1が運転開始時であるか、それとも、運転中であるかを判断し、運転開始時である場合には、ステップS4の加湿サブ・ルーチン（図5）を実行する。これに対し、運転中である場合は、ステップS5の水回収サブ・ルーチン（図11）を実行する。

【0037】次に、図5を用いて、加湿サブ・ルーチン（図4のステップS4）を説明する。このサブ・ルーチンでは、発電開始時に、前回の燃料電池運転中に回収水貯蔵タンク4に回収した水、または、加湿水補充タンク18からの補充した水をインジェクタ17を用いて霧状にし、これを燃料電池1のガス供給側に噴霧することによって、燃料電池1の加湿を行う。

【0038】なお、図5には図示されていないが、回収水貯蔵タンク4内に設けられた回収水量検出装置10にて検出された水量が下限設定値よりも少ない場合には、加湿水補充弁20を開き、加湿水補充タンク18から回収水貯蔵タンク4へ補助加湿用の水を適宜補充する処理が行われている。

【0039】まず、ステップS11において、回収水貯蔵タンク4の貯蔵水量を判断する。具体的には、回収水量検出装置10で検出された水量に基づいて、貯蔵水量が十分であるか、それとも、不足しているかを判断し、貯蔵水量が十分である場合には、ステップS12の加湿運転サブ・ルーチンを実行し（図7）、その後、図4のメイン・ルーチンに復帰する。

【0040】これに対し、貯蔵水量が不足している場合は、ステップS13に進み、貯蔵水量をさらに細かく判断する。具体的には、検出された水量が注意を必要とする所定の設定値以下であるか（注意レベル）、それとも、この注意レベルよりもさらに水量が少なく、燃料電池1の加湿を行えないとする所定の設定値以下であるか（警報レベル）を判断する。

【0041】その結果、貯蔵水量が注意レベルである場合には、ステップS14に進み、注意灯や注意音等によって、その旨を燃料電池運転者に知らせる。しかる後、ステップS12に進み、加湿運転サブ・ルーチン（図6）を実行した後、図4のメイン・ルーチンに復帰する。

【0042】これに対し、貯蔵水量が警報レベルにある場合には、ステップS15に進み、警報灯や警報音等に

10

20

30

40

50

よってその旨を燃料電池運転者に知らせると共に、燃料電池1の起動および燃料電池1への加湿動作を停止させ（ステップS16、ステップS17）、その後、図4のメイン・ルーチンに復帰する。なお、回収水量検出装置10にて検出された水量は、表示器等によって常に燃料電池運転者に表示してもよく、また、加湿水補充タンク18についても、回収水貯蔵タンク4の場合と同様に、水量を検出しそれを常に表示してもよい。

【0043】次に、図6を用いて、加湿運転サブ・ルーチン（図5のステップS12）を説明する。このサブ・ルーチンでは、前回の燃料電池運転中に回収水貯蔵タンク4に回収した水、または、加湿水補充タンク18から回収水貯蔵タンク4に補充した水を使って燃料電池の加湿を行う

【0044】まず、ステップS21において、燃料電池1の状態把握と加湿量の算出を行う（図8）。次に、ステップS22において、加湿終了条件の判断を行う。加湿の終了は、燃料電池1の発電電圧、燃料電池1への供給ガス露点、加湿量のいずれかが所定の設定値に達したことを条件とする。

【0045】その結果、加湿終了と判断した場合には、ステップS23に進み、燃料電池始動時の加湿運転を終了させた後、図5のサブ・ルーチンに復帰する。これに対し、加湿続行と判断した場合には、ステップS24に進み、加湿水加温の判断を行う。具体的には、燃料電池1への供給ガス温度が所定温度（例えば、3℃）以下である場合は加温が必要と判断し、所定温度を上回る場合は、加温が不要と判断する。

【0046】ステップS24で加温が必要と判断した場合には、ステップS25に進み、電気ヒータ（図示略）による加湿水の加温を開始する。これに対し、加温が不要と判断した場合には、ステップS26に進み、加湿水の加温を終了する。ステップS25またはステップS26の後は、ステップS27に進んでインジェクタ17の動作制御を行い（図11）、再度、ステップS21に処理が戻る。

【0047】このサブ・ルーチンでは、燃料電池1への供給ガス温度、及び、燃料電池1または燃料電池冷却水の温度と、燃料電池1への供給ガス露点とに基づき、インジェクタ17の動作と供給ガス量を制御している。このため、インジェクタ17で霧状にした加湿用の水が燃料電池1内で大量に結露することはない。

【0048】なお、回収水供給ポンプ7の回転数は、燃料電池1への供給ガス圧よりもインジェクタ17への供給水圧の方を高く設定しておくことによって、加湿用の水をインジェクタ17から噴霧できるように制御する。このとき、水圧を検出する圧力計を使用するか、事前に設定しておいたデータテーブルを使用して、供給ガス圧と回収水供給ポンプ7の回転数との関係から、回転水を制御してもよい。

【0049】次に、図7を用いて、燃料電池1の状態把握と加湿量の算出サブ・ルーチン（図6のステップS21）を説明する。まず、ステップS31において、燃料電池1の運転状態を判断する。具体的には、燃料電池1が発電中であるか、それとも、停止中であるかを判断し、発電中である場合には、ステップS32に進んで発電電圧を検出し、停止中である場合には、ステップS32の処理をスキップする。

【0050】次に、ステップS33において、燃料電池1への供給ガスの温度または露点を温度計（図示略）または露点計（図示略）にて検出し、ステップS34において、燃料電池温度または燃料電池冷却水の温度を温度計（図示略）にて検出する。しかる後、ステップS35において、事前に求めたデータテーブル（図8、図9参照）または計算式より、加湿量と供給ガス量を算出し、図6のサブルーチンに復帰する。

【0051】次に、図10を用いて、インジェクタ17の動作制御サブ・ルーチン（図6のステップS27）を説明する。まず、ステップS41において、加湿量の増減を判断する。具体的には、今回実行されたサブ・ルーチン中のステップS35（図7）で算出された加湿量と、前回実行されたサブ・ルーチンで算出された加湿量とを比較する。

【0052】そして、加湿量が減少した場合には、ステップS42に進んでインジェクタ17の動作オン/オフ比を下げ、加湿量が増加した場合には、ステップS43に進んでインジェクタ17の動作オン/オフ比を上げる。ステップS42またはステップS43を実行した後は、図6のサブ・ルーチンに復帰する。

【0053】次に、図11を用いて、水回収サブ・ルーチン（図4のステップS5）を説明する。まず、ステップS51において、回収水量検出装置10にて回収水貯蔵タンク4内の回収水量を検出し、ステップS52において、検出した回収水量が上限設定値以上（満水）であるかを判断する。

【0054】その結果、回収水量が設定値以上である場合には、ステップS53の回収水9の移送サブ・ルーチンを実行した後、ステップS51に戻る。これに対し、回収水量が設定値未満である場合には、ステップS53を実行することなく、ステップS51に戻る。

【0055】次に、図12を用いて、回収水9の移送サブ・ルーチン（図11のステップS53）を説明する。まず、ステップS61において、加湿水補充タンク18内に設けられた補充タンク水量検出装置（図示略）にて補充水量を検出し、ステップS62において、検出した補充水量が上限設定値以上（満水）であるかを判断する。

【0056】その結果、補充水量が設定値以上である場合には、ステップS63に進み、回収水9の排出サブ・ルーチン（図13）を実行した後、図11のサブ・ルー

チンに復帰する。これに対し、補充水量が設定値未満である場合には、ステップ S 6 4 に進み、三方弁 2 1 を加湿水補助タンク 1 8 側に切り換える。次いで、ステップ S 6 5 において、回収水供給ポンプ 7 を運転し、回収水 9 を加湿水補充タンク 1 8 に移送する。

【0057】このとき、回収水供給ポンプ 7 の回転数は、回収水 9 を加湿水補充タンク 1 8 に移送できる程度に設定しておく。しかる後、ステップ S 6 6 において、回収水貯蔵タンク 4 内の回収水量を回収水検出装置 1 0 にて検出し、ステップ S 6 7 において、検出した回収水量が下限設定値以上であるかを判断する。

【0058】その結果、回収水量が設定値以上である場合には、ステップ S 6 5 に処理が戻り、回収水 9 の移送を継続する。これに対し、回収水量が設定値未満である場合には、ステップ S 6 8 において、回収水供給ポンプ 7 の運転を停止して加湿水補充タンク 1 8 への移送を止めた後、図 1 1 のサブ・ルーチンに復帰する。

【0059】次に、図 1 3 を用いて、回収水 9 の排出サブ・ルーチン（図 1 1 のステップ S 6 3）を説明する。まず、ステップ S 7 1 において、ドレンバルブ 8 を開いて余剰水を外部に排出する。次に、ステップ S 7 2 において、回収水貯蔵タンク 4 内の回収水量を回収水量検出装置 1 0 にて検出し、ステップ S 7 3 において、検出した回収水量が上限設定値以上であるか、それとも、設定値未満であるかを判断する。

【0060】その結果、回収水量が設定値以上である場合には、ステップ S 7 2 に処理が戻り、余剰水の排出を継続する。これに対し、回収水量が設定値未満である場合には、ステップ S 7 4 において、ドレンバルブ 8 を閉じて回収水 9 の排出を止めた後、図 1 2 のサブ・ルーチンに復帰する。

【0061】次に、図 1 4 を用いて、凍結防止サブ・ルーチン（図 4 のステップ S 2）を説明する。まず、ステップ S 8 1 において、回収水貯蔵タンク 4 または加湿水補充タンク 1 8 内の水温が所定温度（例えば、3℃）未満であるかを判断する。

【0062】その結果、水温が所定温度未満である場合には、回収水凍結防止動作を開始し（ステップ S 8 2）、水温が所定温度以上である場合には、回収水凍結防止動作を終了する（ステップ S 9 1）。回収水凍結防止動作を開始させるには、まず、ステップ S 8 3 において、三方弁 2 1 を加湿水補充タンク 1 8 側に切り換える。

【0063】次に、ステップ S 8 4 において加湿水補充弁 2 0 を開いた後、ステップ S 8 5 において回収水供給ポンプ 7 の間欠運転を開始する。このときの回転数は、配管内の水がゆっくりと流れる程度に設定しておく。その後、ステップ S 8 6 において、回収水 9 の水温が所定温度（例えば、1℃）未満であるかを判断する。

【0064】回収水水温が所定温度未満である場合に

は、ステップ S 8 7 に進み、外気温センサ（図示略）によって得られた外気温が所定温度（例えば、0℃）未満であるかを判断する。その結果、外気温が所定温度以上である場合は、ステップ S 8 8 に進み、回収水供給ポンプ 7 の連続運転を開始した後、図 5 のメイン・ルーチンに復帰する。

【0065】これに対し、外気温が所定温度未満である場合は、ステップ S 8 9 に進み、回収水貯蔵タンク 4、加湿水補充タンク 1 8、補助加湿用配管 2 2 のいずれか、または全てに設けられた電気ヒータ（図示略）による加温を開始した後、図 5 のメイン・ルーチンに復帰する。他方、ステップ S 8 6 において、回収水 9 の水温が所定温度以上である場合にはステップ S 9 4 に進み、電気ヒータ（図示略）による水の加温を終了させた後、図 5 のメイン・ルーチンに復帰する。

【0066】回収水凍結防止動作を終了させるには、まず、ステップ S 9 2 において、回収水供給ポンプ 7 の間欠運転を終了させた後、ステップ S 9 3 において、加湿水補充弁 2 0 を閉じる。さらに、ステップ S 9 4 において、電気ヒータ（図示略）による水の加温を終了させた後、図 5 のメイン・ルーチンに復帰する。

【0067】つまり、回収水貯蔵タンク 4 または加湿水補充タンク 1 8 内の水温が 3℃未満になったら、三方弁 2 1 を加湿水補充タンク 1 8 側に開くと共に、回収水供給ポンプ 7 を断続的に運転させることによって、凍結防止用加湿水循環用配管 2 2 を通して、回収水 9 が回収水貯蔵タンク 4 と加湿水補充タンク 1 8 の間を循環する。また、水温が 1℃以上に上昇するか、外気温が 0℃以上に上昇した場合には、ヒータ運転が終了する。

【0068】なお、以上説明した凍結防止サブ・ルーチンのステップ S 8 1 では、回収水貯蔵タンク 4 または加湿水補充タンク 1 8 内の水温を判断しているが、これに代えて、燃料電池 1 の温度を判断するようにしても構わない。

【0069】〔第 1 の実施の形態の変形例〕図 1 5 に本実施の形態の変形例を示す。この変形例に係る加湿装置は、図 1 に示した加湿水補充タンク 1 8、加湿水補充弁 2 0、三方弁 2 1、及び凍結防止用加湿水循環用配管 2 2 をもたないため、回収水貯蔵タンク 4 および加湿水補充タンク 1 8 内に図示せぬ電気ヒータ（凍結防止手段）を備えることによって、凍結防止を図る。

【0070】本変形例における加湿装置の制御フローは、基本的には上記図 4～図 1 4 と同様である。但し、加湿水補充タンク 1 8 を備えていないため、図 1 1 のステップ S 5 3 が「回収水 9 の移送」から「回収水 9 の排出」に変更される。このため、図 1 2 のサブ・ルーチンは完全になくなり、図 1 1 のステップ S 5 3 においては、図 1 3 のサブ・ルーチンを実行し、回収水 9 を排出する。

【0071】〔第 2 の実施の形態〕次に、図 1 6 を用い

て、第2の実施の形態による加湿装置を説明する。この加湿装置は、回収水貯蔵タンク4からの回収水9を燃料電池1の空気極排気側と中空糸膜水回収装置2の間に投入する点で、回収水9を燃料電池1の空気極吸気側と中空糸膜水回収装置2の間に投入する第1の実施の形態(図1)と相違するが、その他の構成は図1と同様である。

【0072】即ち、回収水貯蔵タンク4からの回収水9は、逆止弁6を経てインジェクタ17で霧状にされ、排気用配管12を通して中空糸膜水回収装置2に供給される。すると、中空糸膜が乾燥した燃料電池始動時であっても、中空糸膜回収装置2内にて燃料電池1への供給ガスを加湿することができるので、通常発電時と同様に、加湿された供給ガスを燃料電池1に供給することによって、燃料電池1を加湿することができる。

【0073】なお、本実施の形態においても、加湿装置の制御フローは、図4～図14と同様になる。また、図16の構成から、加湿水補充タンク18、加湿水補充弁20、三方弁21、及び凍結防止用加湿水循環用配管22をなくしたシステム構成としてもよく、この場合に、図11のサブ・ルーチンの一部が変更され、かつ、図12のサブ・ルーチンが不要になることは、第1実施形態の変形例と同様である。

【0074】[第3の実施の形態] 次に、図17を用いて、第3の実施の形態による加湿装置を説明する。この加湿装置は、中空糸膜水回収装置2をバイパスさせるバイパス配管41を吸気用配管11に三方弁42、43を介して接続し、回収水貯蔵タンク4からの回収水9をこのバイパス配管41に投入するようにした点で、第1の実施の形態(図1)と相違しているが、その他の構成は図1と同様である。

【0075】すなわち、回収水貯蔵タンク4からの回収水9は、逆止弁6を経てインジェクタ17または気化器44にて霧状にされ、バイパス配管41を通して直接燃料電池1に供給されるので、中空糸膜が乾燥した燃料電池始動時であっても、第1の実施の形態と同様に、燃料電池1を加湿することができる。

【0076】なお、本実施の形態においても、加湿装置の制御フローは、図4～図14と同様になる。但し、インジェクタ17を気化器44に代えた場合は、図6のステップS27は「インジェクタ17の動作制御」から「気化器投入ガス量の制御」に変更される。以下、図18を用いて、気化器投入ガス量の制御サブルーチンを説明する。

【0077】まず、ステップS101において、加湿量の増減を判断する。具体的には、今回実行されたサブ・ルーチン中のステップ35(図7)で算出された加湿量と、前回実行されたサブ・ルーチンで算出された加湿量とを比較して行う。

【0078】その結果、加湿量が減少した場合には、ス

テップS102に進み、投入ガス量を減少させた後、図6のサブ・ルーチンに復帰する。これに対し、加湿量が増加した場合には、ステップS103に進み、投入ガス量を増加させた後、図6のサブ・ルーチンに復帰する。

【0079】また、本実施の形態においても、図17の構成から、加湿水補充タンク18、加湿水補充弁20、三方弁21、及び凍結防止用加湿水循環用配管22をなくしたシステム構成としてもよく、この場合に、図11のサブ・ルーチンの一部が変更され、かつ、図12のサブ・ルーチンが不要になることは、第1実施形態の変形例と同様である。

【0080】[第4の実施の形態] 次に、図19を用いて、第4の実施の形態による加湿装置を説明する。この加湿装置は、燃料電池1の燃料極を加湿するものである点で、燃料電池1の空気極を加湿するこれまでの実施の形態およびその変形例と相違している。基本的な構成は、図1と略同様であるが、以下の点で相違する。

【0081】第1の相違は、燃料極からのオフガスが中空糸膜水回収装置2および気液分離器3を通過した後、排気されることなく、燃料ガス用インジェクタ25を介して吸気用配管11に戻される点にある。第2の相違は、加湿水補充弁20と回収水貯蔵タンク4の間に、U字状をなすガス逆流防止用配管19が接続されている点にある。

【0082】ガス逆流防止用配管19は、この部分に水を溜め込むことによって、気液分離器3から回収水貯蔵タンク4を経由して加湿水補充タンク18へと向かう燃料ガスの逆流を防止する目的で設けられている。

【0083】本実施の形態によっても、回収水貯蔵タンク4からの回収水9は、逆止弁6を経てインジェクタ17で霧状にされ、排気用配管12を通して中空糸膜水回収装置2に供給されるから、中空糸膜が乾燥した燃料電池始動時であっても、中空糸膜回収装置2内で燃料電池1への供給ガスを加湿することができる。よって、通常発電時と同様に、中空糸膜回収装置2によって加湿された供給ガスを燃料電池1に供給して、燃料電池1を加湿することができる。

【0084】なお、本実施の形態においても、加湿装置の制御フローは、図4～図14と同様になる。また、図19の構成から、加湿水補充タンク18、ガス逆流防止用配管19、加湿水補充弁20、三方弁21、及び凍結防止用加湿水循環用配管22をなくして、図20に示すようなシステム構成としてもよく、この場合に、図11のサブ・ルーチンの一部が変更され、かつ、図12のサブ・ルーチンが不要になることは、第1実施形態の変形例と同様である。

【0085】[第5の実施の形態] 次に、図21を用いて、第5の実施の形態による加湿装置を説明する。この図においては、便宜上、空気極側の加湿に使用される各構成要素の符号に添え字「a」を付し、燃料極側の加湿

に使用される各構成要素の符号に添え字「b」を付している。

【0086】この燃料電池システムは、燃料電池1の空気極および燃料極を共に加湿するものであって、図1の構成と、図19の構成において回収水9の投入先を中空糸膜水回収装置2と燃料電池1の燃料極吸気側の間に変更した構成とを組み合わせたものであるから、これまで説明した実施形態およびその変形例と同様の効果を得ることができる。

【0087】なお、本実施の形態においても、加湿装置の制御フローは、図4～図14と同様になる。また、図21の構成から、加湿水補充タンク18a、18b、ガス逆流防止用配管19a、19b、加湿水補充弁20a、20b、三方弁21a、21b、及び凍結防止用加湿水循環用配管22a、22bをなくしたシステム構成としてもよく、この場合に、図11のサブ・ルーチンの一部が変更され、かつ、図12のサブ・ルーチンが不要になることは、第1実施形態の変形例と同様である。

【0088】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、以下の効果を得ることができる。

(1) 燃料電池始動時に水透過型加湿器による加湿が行えなくても、水透過型加湿器とは別に設けられた補助加湿手段による加湿が行えるので、発電を早期に開始することができる。

(2) 水透過型加湿器による加湿が可能になった後は、補助加湿手段による加湿から水透過型加湿器のみの加湿に切り換えることによって、無駄な電力消費をなくしつつ、必要十分な加湿量を与えることができる。

【0089】(3) 回収水を水透過型加湿器の上流に供給した場合には、通常発電時と同様に、水透過型加湿器による加湿が行え、回収水を燃料電池のガス供給側に供給した場合には、水透過型加湿器をバイパスして、補助加湿手段によって供給ガスを直接加湿することができる。

(4) 余剰回収水を系内に溜め込むことなく、自動的に排出することができる。

【0090】(5) 水回収装置内の水位が所定以下になった時、すなわち、回収水が不足して補助加湿手段による加湿が行えなくなった時は、補助加湿手段の作動を停止させるので、無駄な電力消費をなくし得て、発電効率の向上を図ることができる。

(6) 低外気温時であっても、回収水を凍結させることなく、供給ガスを加湿することができる。

(7) 回収水が凍結するおそれのない時は、凍結防止手段が作動しないので、無駄な電力消費をなくし得て、発電効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係る加湿装置を備えた燃料電池システムの要部を示すシステム構成図で

ある。

【図2】 気液分離器の一構成例を示す断面図である。

【図3】 回収水貯蔵タンクの一構成例を示す断面図である。

【図4】 第1の実施の形態による加湿装置の制御フローのメイン・ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】 加湿サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】 加湿運転サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図7】 燃料電池の状態把握と加湿量の算出サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図8】 燃料電池温度又は燃料電池冷却水温度と、供給ガス温度又は露点とから、加湿量を求めるためのマップ図である。

【図9】 供給ガス温度又は露点と、加湿量とから、供給ガス量を求めるためのマップ図である。

【図10】 インジェクタの動作制御サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図11】 水回収サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】 回収水の移送サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】 回収水の排出サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図14】 凍結防止サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図15】 第1の実施の形態の変形例を示すシステム構成図である。

【図16】 第2の実施の形態を示すシステム構成図である。

【図17】 第3の実施の形態を示すシステム構成図である。

【図18】 気化器投入ガス量の制御サブ・ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】 第4の実施の形態を示すシステム構成図である。

【図20】 第4の実施の形態の変形例を示すシステム構成図である。

【図21】 第5の実施の形態を示すシステム構成図である。

【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 中空糸膜水回収装置
- 3 気液分離器
- 4 回収水貯蔵タンク
- 9 回収水
- 6 逆止弁
- 7 回収水供給ポンプ
- 13 補助加湿用配管

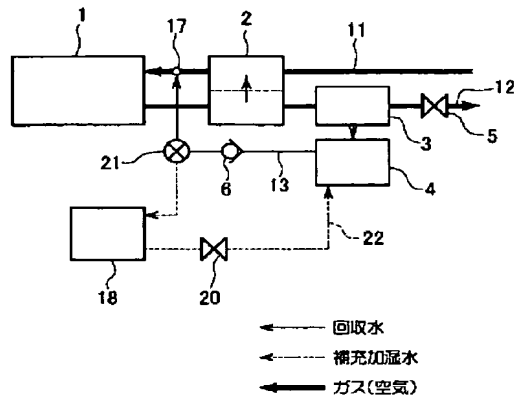
15

16

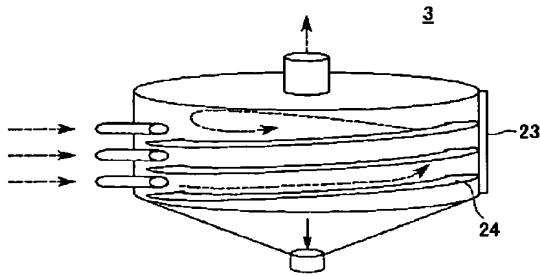
- 17 インジェクタ
18 加湿水補充タンク
20 加湿水補充弁

- 21 三方弁
22 凍結防止用加湿水循環用配管

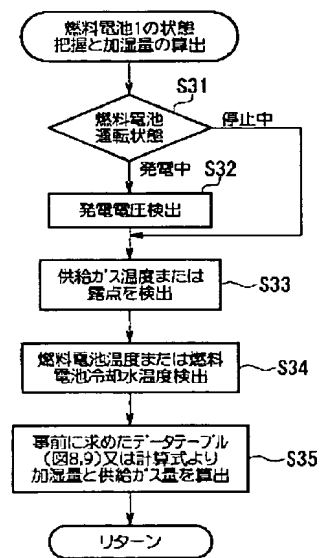
【図1】



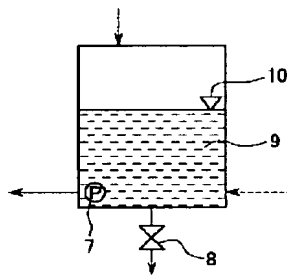
【図2】



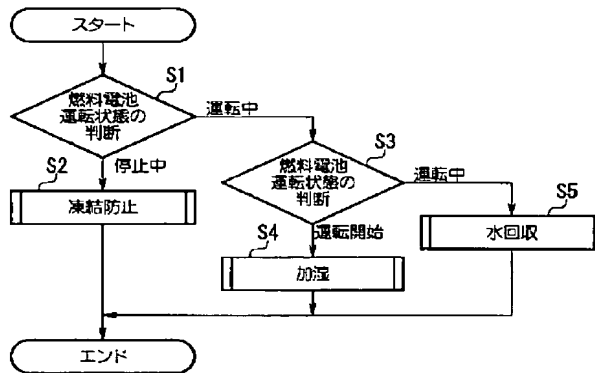
【図7】



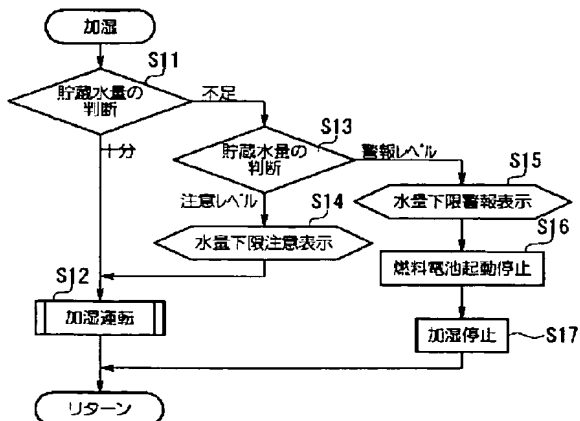
【図3】



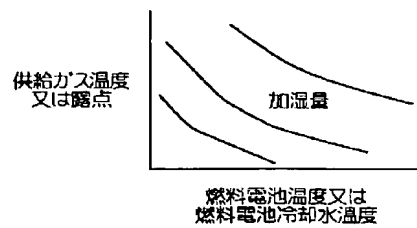
【図4】



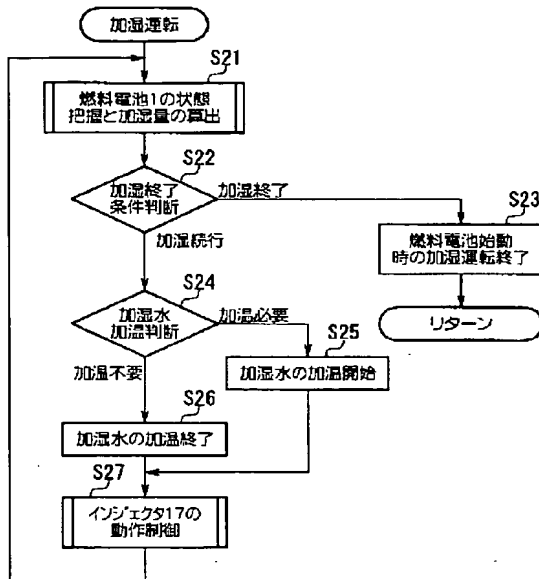
【図5】



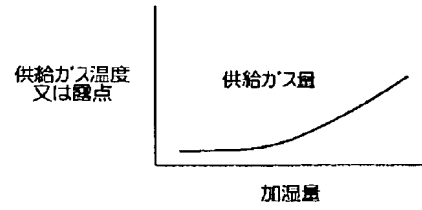
【図8】



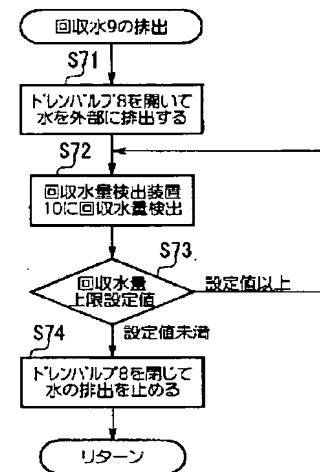
【図6】



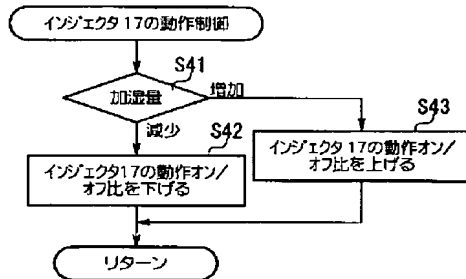
【図9】



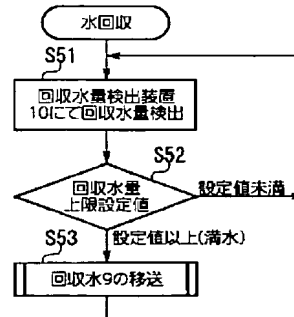
【図13】



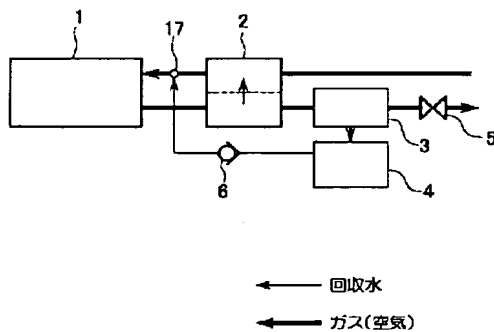
【図10】



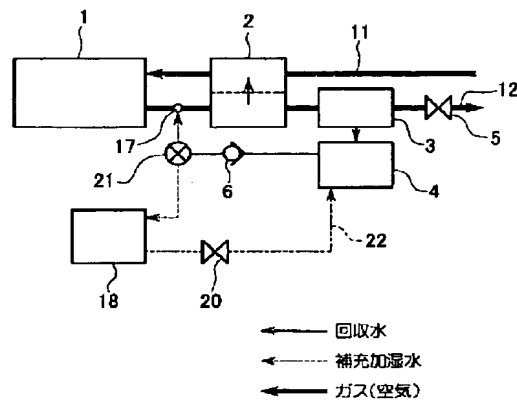
【図11】



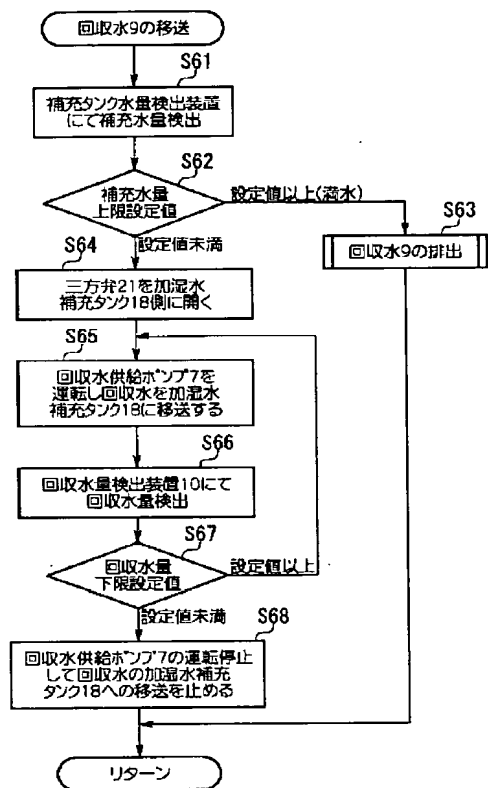
【図15】



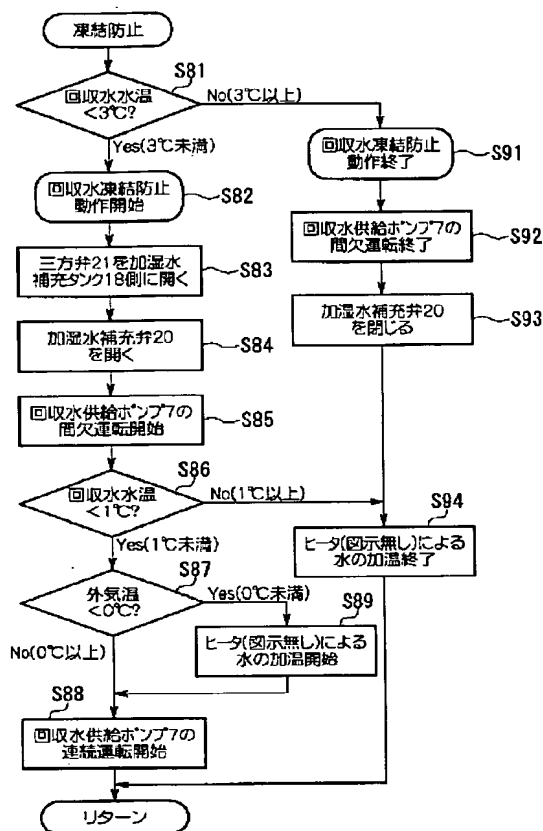
【図16】



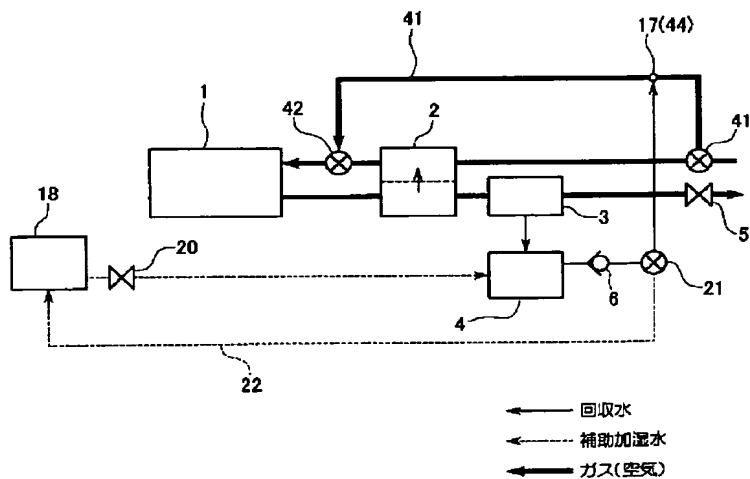
【図12】



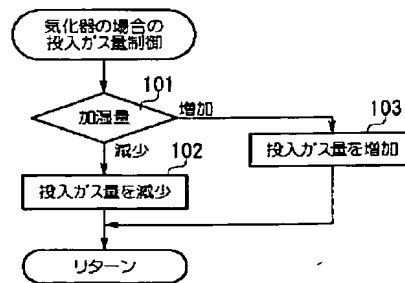
【図14】



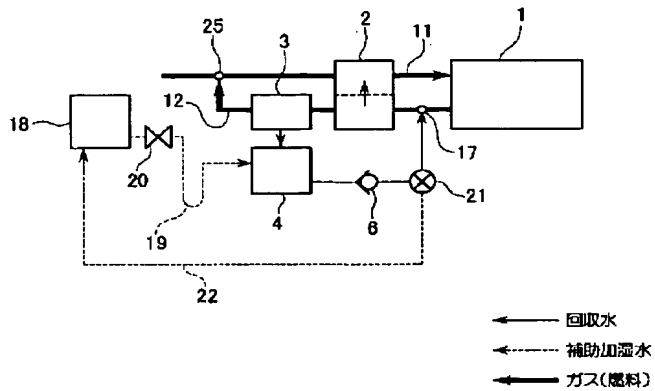
【図17】



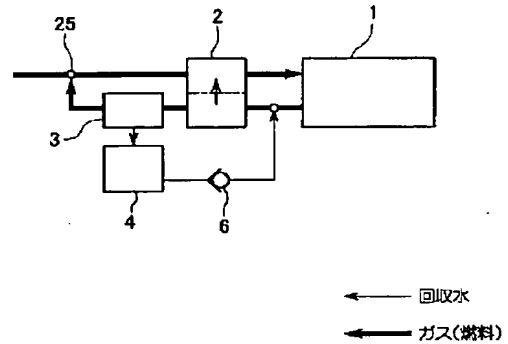
【図18】



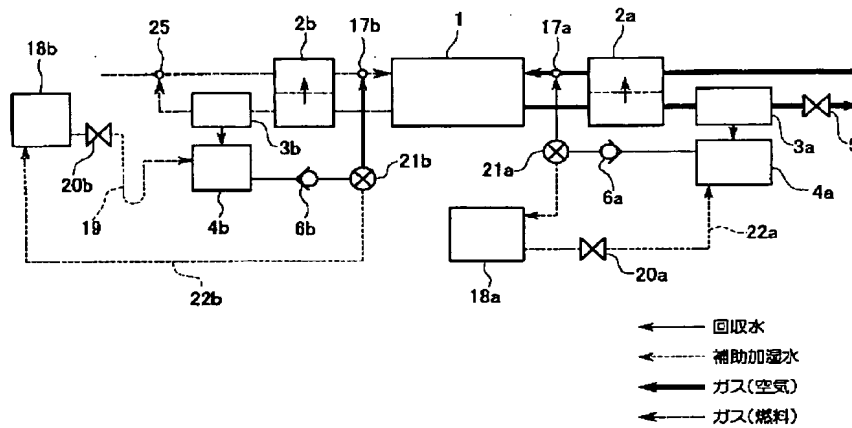
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 2 4 F 11/02

H 0 1 M 8/10

識別記号

1 0 2

F I

F 2 4 F 11/02

H 0 1 M 8/10

テーマコード* (参考)

1 0 2 V

F ターム(参考) 3L055 AA10 BA01 BB01 DA03 DA05

3L060 AA03 CC01 CC08 CC10 CC19

EE25

5H026 AA06

5H027 AA06 KK41 KK51